

旭川十勝道路における舗装工事の 多角的ICT活用連携

— 点管理からデータ駆動型面管理への転換と生産性・ 安全性の向上 —

旭川開発建設部 旭川道路事務所 第3工務課

○狩野 新
今野 強粹
斎藤 元太

株式会社橋本川島コーポレーション

舗装工事が抱える「点管理の限界」と「熟練技能への依存」という構造的な課題に対し焦点を当て、富良野北道路における舗装工事でICT技術とDXに取り組んだ。その取組により得られた省人化、高度な品質管理、施工効率化などの効果を紹介する。

キーワード：リアルタイム品質管理、i-Construction2.0/DX、面的な管理、AI安全管理アプリ

1. はじめに

建設産業における社会資本の整備・維持管理は、少子高齢化による労働人口の減少や加速度的に増加するインフラ老朽化に携わる技術者不足の影響で持続が困難となっている。これを受け国土交通省では、2016年に「i-Construction」に取組み、さらに2024年に一步進んだ「i-Construction 2.0」¹⁾を掲げた。

これは「省人化」や「安全確保」、「働き方改革と多様な人材の確保」、「給与がよく休暇が取れ希望がもてる建設業の実現」の4つの目標に基づき、2040年までに建設現場での省人化3割、すなわち生産性1.5倍以上を目指す「オートメーション化」の実現を企図するものである。北海道開発局でもアクションプランを策定し、取組を推進するため各開発建設部に「インフラ DX・i-Construction先導事務所」を展開しており、旭川道路事務所がその一つとして選定されている。

本稿では旭川道路事務所における先導事務所の取組として、富良野北道路事業における舗装工事を取り上げる。その上で従来の点管理の限界や熟練技能への依存といった課題に対し、当工事で導入したリアルタイム品質管理とICT技術群の多角的な連携がもたらす効果を検証し、i-Construction 2.0 の目標達成に向けたDX推進策について提案する。

2. 富良野北道路事業について

富良野北道路は旭川十勝道路の一部区間であり、延長 5.7km の道路である。富良野北道路事業については図-1に示す通りである。この道路は、高速ネットワークの拡充を通じて上川圏と十勝圏の連絡機能を強化し、北海道の基幹産業である農業生産物等の物流効率化を支援する。また、富良野市街の交通混雑と交通事故を低減し、食と観光を支える主要道路の定時性・安全性の向上を目的としている。



図-1 旭川十勝道路富良野北道路箇所図

このような重要な役割を担う道路の長期的な機能維持を実現するため、次章以降で舗装工事における現状の課題と、より高度な品質管理の必要性について整理する。

3. 舗装工事における現状の課題とICT施工導入による効果

(1) 舗装工事における現状の課題

a) 技術者不足と技能継承の問題

舗装工事において、より品質の高い仕上がりは、熟練技術者の経験と技能に依るところが大きい。建設業界全体で技術者の高齢化と若手人材の確保困難が進行する中で、この熟練技能への依存は、将来的な施工品質の安定維持と技能継承に対する最大の構造的課題となっている。

b) 従来の管理手法が抱える課題

①出来形管理における課題

舗装工事の出来形管理は、丁張設置に基づく線状の測量による断面管理が主であるため、3次元設計データを用いた面管理の導入が限局的である。

②品質管理（温度管理）の課題

アスファルト混合物は締固め効果を最大限に發揮するために最適温度域の維持が不可欠である。しかし、時間経過に伴う合材温度の降下に対し、現場では測定点のみの温度情報の管理となっている。この点的管理では、広範囲の温度データをリアルタイムに把握できず、舗装品質にばらつきが生じるリスクがある。

③異常発見時期の差異と品質リスクの増大

従来の管理手法において、出来形異常は施工中も含め比較的迅速に発見可能である。しかし、品質異常（特に温度管理に起因する締固め不足など）は、その特性上、発見が施工中または施工後となり遅延する傾向にある。この発見の遅延こそが、手戻りのコスト増大と、最終的な舗装品質にばらつきが生じる最大の懸念材料となる。この課題を克服し、舗装工事における品質異常の発見遅延を防ぐため、温度管理を含む高精度の面向的な品質管理手法の確立は喫緊の課題である。

(2) ICT舗装工事の導入にまつわる課題

国土交通省の2023年度における直轄土木工事における舗装工事のICTの施工実績について、2024年に国土交通省ICT導入協議会²⁾で公表された年度別の公告した

舗装工事件数に対してICTを実施した割合を図-2に示す。2019年度までにICT舗装の実施割合が68.5%まで上昇しているのに対し、それ以後は一定の割合で停滞しているのがわかる。

舗装工事においてICT建設機械の導入は一定程度進み、MCモーターグレーダー等の導入が始まっている。しかし、ミリ単位という要求精度の高さに伴う技術的な難易度が高く、従来の測定による管理では限界がある。また施工規模に対する費用対効果が得られないことが要因となり、他機種と比較して導入事例は限定的である。そのため面向的な品質管理の実現やi-Construction 2.0が目指すDX推進に対する大きな障害となっている。



図-2 国土交通省におけるICT舗装実施割合

(3) ICT舗装工事の導入による効果

前述したとおり各課題がある一方で、ICT建設機械での施工は以下のようないくつかのメリットもある。

a) 施工精度の向上と均一化

図-3・図-4に施工精度を向上化するための機械や出来形管理を視覚化している様子を示す。ICT建設機械（MCモーターグレーダー等）は、オペレーターの熟練度に影響されず、設計データに基づいた高精度な施工を可能にする。これにより、施工範囲全面にお



図-3 MCモーターグレーダーでの施工

出来形合否判定総括表						
工種 路盤工(道路)			測定点 SPn5300 ~ SPn5728			
種別 アスファルト舗装工(下層路盤工(小規模以下)) 下層路盤			合計判定結果 合格			
基準値	測定期日	需給量	判定	社内基準値	判定	
	平均高	5mm	-15~-+50		-10~-+25	
	最大高	14mm	~-+90		~-+45	
	最小高	-10mm	-90~-		-45~-	
	データ数	6048	1点/92以上 (60点以下以上)			
	計測面積	6048m ²				
測定期間			規格幅内のデータ数(割合)			
測定期間			±10%以内	±50%以内	±20%以上	
基準値のばらつき			±10%以内:6048(100.0%)	±50%以内:6048(100.0%)	±20%以上:6048(100.0%)	
異常点数			0	0.3%以内 (18点以下)		

※ヒートマップは測定期を含む全データを表示

図-4 下層路盤出来形測定結果

いて均一かつ高品質な仕上がりを確保した。

b) 省人化と安全性の確保

ICT建設機械の導入により、設計データに基づいた高精度な施工が可能となり、敷き均し作業中における検測作業が大幅に低減された。本工事ではTS（トータルステーション）を用いた出来形管理を併用することで従来4名を要していた検測班を2名体制へと縮小し、約45%の「省人化」を達成した。また、この検測作業の削減は作業員が重機稼働エリアに立ち入る頻度を減少させ、立ち入る際の重機の停止も必要なくなり、接触リスクの低減・作業時間の短縮が図れ「安全確保」・「生産性」の向上にも貢献した。

前節で述べたように、人材不足と技能継承という構造的な問題を解決するためには、ICT建設機械の普及が不可欠である。費用対効果などの課題はあるものの、ICT施工は施工精度の均一化、省人化、および安全性の向上という点では顕著な効果を発揮しており、今後はこれらの質的な利点を重視した導入と活用を推進していく必要がある。

4. 舗装工事におけるICT技術の利活用について

本章では旭川十勝道路富良野市清水山舗装工事におけるDX・ICT技術の活用事例を紹介する。

前章で提起した「点管理の限界」および「熟練技能への依存」という構造的課題を克服するため、本工事では「i-Construction 2.0」が目指すデータ連携・施工管理のオートメーション化を推進した。具体的には、路盤工の全区間・全工程においてICT建設機械(MCバックホウ、MCモーターグレーダー)を導入し、3次元設計データに基づき丁張レス施工(杭打ち作業の全廃)を実現した。

これに加え、以下のDX・ICT技術群を複合的に投入することで、施工状況のリアルタイムな「見える

化」と、データ駆動型の管理体制を構築した。

(1) データ連携の「見える化」とリアルタイム管理

a) Smart Construction Dashboard^④による進捗管理

現場地形をTLS(地上レーザスキャナ)やドローン測量により日々点群データ化し、図-5に示すようにクラウド上で高精度なデジタルツインとして再現した。本システムの導入により、施工進捗を「面的な3次元形状」としてリアルタイムに近い頻度で可視化することにより、過不足やズレを即座に把握することが可能になった。

b) ARによる情報共有

AR技術を活用し出来形をタブレットで現地にヒートマップとして投影した。図-6に実際にAR技術により投影したヒートマップを示す。これにより、デジタルデータを基に現場作業員へ視覚的かつ的確な説明が可能となり作業指示の誤認を防止した。

c) クラウド連携によるバックオフィス支援と生産性向上

本工事の受注者は、現場運営に必要な全データをクラウドで一元管理し、ペーパーレス化を徹底した。バックオフィスとリアルタイム連携体制を構築し、建設ディレクターが遠隔で現場状況(進



図-5 Smart Construction Dashboard^④による進捗確認画面



図-6 AR技術によるヒートマップ投影

捲データ)を図-7に示す通りモニタリングすることで、書類作成などの業務を代行支援した。この分業体制の構築により、現場技術者は「現場でしかできない品質・安全管理」に注力することが可能となり、現場常駐技術者の労働時間短縮(働き方改革)及び施工体制の省人化に寄与する成果が確認された。

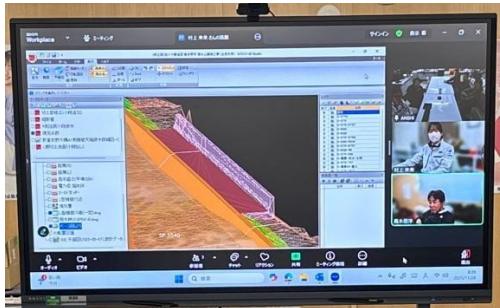


図-7 バックオフィスとのリモートによる打合せ状況

(2) 輸装工に特化した「見える化」

旭川道路事務所管内は厳冬期間が長く、舗装施工の適期が極めて限定され、日平均気温が氷点下(-2.0°C~4.8°C)で推移する過酷な気象条件である。このような環境下では、アスファルト混合物の温度降下が極めて速く、適正な締固め温度を確保できる時間が制限される。

この時間的制約の中では品質のバラつきを生じさせる大きなリスクとなった。そこで、生産性の向上・管理水準の高度化・安全性の確保を実現するために3つのICT技術群を連携して適用した事例について報告する。

a) ローラ搭載型放射温度計⁴⁾による面的な温度管理

① 技術の概要と優位性

本技術は、図-8に示すようなロードローラに遠赤外線放射温度計を搭載し、アスファルト混合物の転圧時路面温度を非接触かつ連続的に計測するシステムである。従来は検測員による「点」の測定結果に頼っていたが、本技術によりオペレーター自身が運転

席モニタでリアルタイムに路面温度を確認できるようになった。これにより、「経験と勘」に頼らないデータ駆動型の施工へ転換し、面的な温度管理を実現することで、厳冬期特有の急速な温度低下に起因する品質劣化を未然に防止した。



図-8 ローラ搭載型放射温度計

② 多重計測によるデータの信頼性確保

本工事では以下の3種類の計測手法を併用する「多重監視体制」を構築した。

1. 搭載型放射温度計(連続・面管理)

オペレーターが施工中にリアルタイムで活用する主データ。

2. 赤外線サーモグラフィー(広域・可視化)

図-9に示すような現場全体を俯瞰し、温度低下の発生傾向を把握するための補助データ。



図-9 赤外線サーモグラフィーでの路面温度確認

3. 插入型温度計(点・検証用)

従来手法による実測値を「真値」と定義し、上記1・2の非接触計測値との乖離がないかを確認する検証・校正用データ。

これらを常時相互に突き合わせる(クロスチェックする)ことで、データの信頼性を裏付け、ICT機器特有の測定誤差リスクを排除した堅実な品質管理体制

制を実現した。

実施結果として従来の方法と比較し計測機器による差異 3°C以内であることを確認し、それぞれの計測機器の数値が有効であると判断できた。

③Smart Construction Fleet³⁾との連携

さらに、図-10に示すような Smart Construction Fleet を導入し、運搬ダンプトラックの位置情報と稼働状況をリアルタイムでモニタリングした。これによりアスファルト混合物の供給状況に応じた敷均し、転圧時期が調整できるため、適切な舗設・転圧連携体制が実現され、連続した高品質な施工に寄与している。

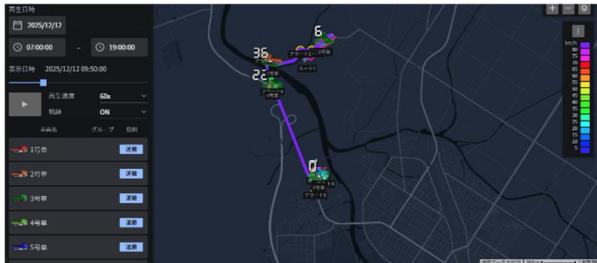


図-10 Smart Construction Fleet による運行管理

b) アスファルト舗装密度測定器 PQI (旧 NETIS:KT-120124-VE)⁵⁾での施工管理

① 技術の概要と従来の課題

図-11に示すように PQI は電磁波レーダーを用いてアスファルトの密度および締固め度を非破壊かつ同時に計測する。従来のアスファルト舗装の密度測定は、現場コアを採取し、そのコアを用いて密度試験を行う点的な手法が一般的である。これには、時間と労力が要することが常となっている。

② 本技術の導入効果

本技術の導入により転圧作業中に締固め度をリアルタイムに確認でき、その場で転圧回数の調整などの適切なフィードバックが可能となる。客観的な数値に基づいて転圧管理を行うことができるため、従



図-11 PQIでの測定状況

来技術より幅広く面的に管理が可能となり、締固め

不足を未然に防止できる。

アスファルト混合物の種類や現場の諸条件の変化に応じた適正值を把握し用いれば、舗装の品質（締固め度）の均質化と安定化が図れ、省力化、効率化にも期待できる。

c) AI 画像解析による「危険箇所の自動検知」と「多言語対応」

① 従来の安全管理における課題

従来の工事現場における安全管理、特に労災リスクの管理は、受注者による目視点検に大きく依存していた。この手法は、点検者の工事経験や技能レベルによってリスク評価の精度が左右される。また、近年の建設現場における外国人労働者の増加に伴い、言語の壁に起因する現場内での円滑な意思疎通の困難さが安全教育およびリスク周知における新たな課題となっている。

② 本技術の仕組みと導入効果

本技術は、受注者が独自に開発した AI アプリであり、ディープラーニングなどの画像認識技術を活用し、以下の機能により従来の課題を解決する。

・危険個所の自動検知と即時周知

過去の現場写真や施工時の状況写真を撮影するだけで、AI が安全基準に基づき危険要素を瞬時に検知する。実際に使用している AI アプリを図-12 に示す。これにより、経験の浅い若手職員



図-12 現地での AI アプリの活用

(約 4 名) や外国人労働者(約 6 名)でも熟練工と同等の精度でリスクを発見し、その場では正が可能となった。

・技能レベル・言語依存性の排除

AI が統一的な基準に基づき危険個所の周知と改善策の提案（日本語・ベトナム語）を行うため、就労者の技能レベルや言語能力に依存しない均質で客観性の高い安全管理体制を構築できる。

本 AI アプリは現場の安全管理を経験則から客観的かつリアルタイムなデータ駆動型管理へと転換させ

るものであり、図-13 に示す通り労災リスクの低減、外国人労働者への安全教育効率化に貢献する。



図-13 技能実習生への安全教育

5.まとめ

本稿では、従来の点管理の限界と熟練技能への依存という舗装工事の構造的な課題に対し、ICT 技術群を多角的に連携させた実証事例を報告した。特に、ローラ搭載型放射温度計や PQI によるリアルタイムな面管理を導入することで、品質（温度・密度）の均質化と安定化を図り、また AI 安全管理アプリにより客観的かつデータ駆動型の安全管理体制を確立した。

この技術群の適用は、国土交通省の掲げる[I-Construction 2.0]の柱である「省人化」や「安全確保」などの目標達成に顕著に寄与し、経験則に頼らない持続可能な施工体制の可能性を示した。

今後の建設現場の担い手不足やインフラ老朽化への対応として、本工事で得られた品質・安全管理の高度化と生産性向上の実証的な成果を基に、データの自動連携をさらに強化し、他分野への普及拡大を図っていくことが重要であると考える。旭川道路事務所は引き続き「北海道開発局インフラ DX・i-Construction 先導事務所」として、3 次元データの利活用を通じて、より質の高い社会資本整備を推進していく。

謝辞：最後に本稿を執筆するにあたり、ご指導とご協力を頂いた関係者の皆様に深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) I-Construction2.0～建設現場のオートメーション化
令和6年4月16日
- 2) ICT 導入協議会：「ICT 施工に関する状況報告」令和 6 年9月 30 日
- 3) 株式会社 EARTHBRAI: SmartConstructionDashboard/Fleet
- 4) 西尾レントオール株式会社：ローラ搭載型放射温度計
「転圧名人」
- 5) NETIS : アスファルト舗装密度測定器-PQI